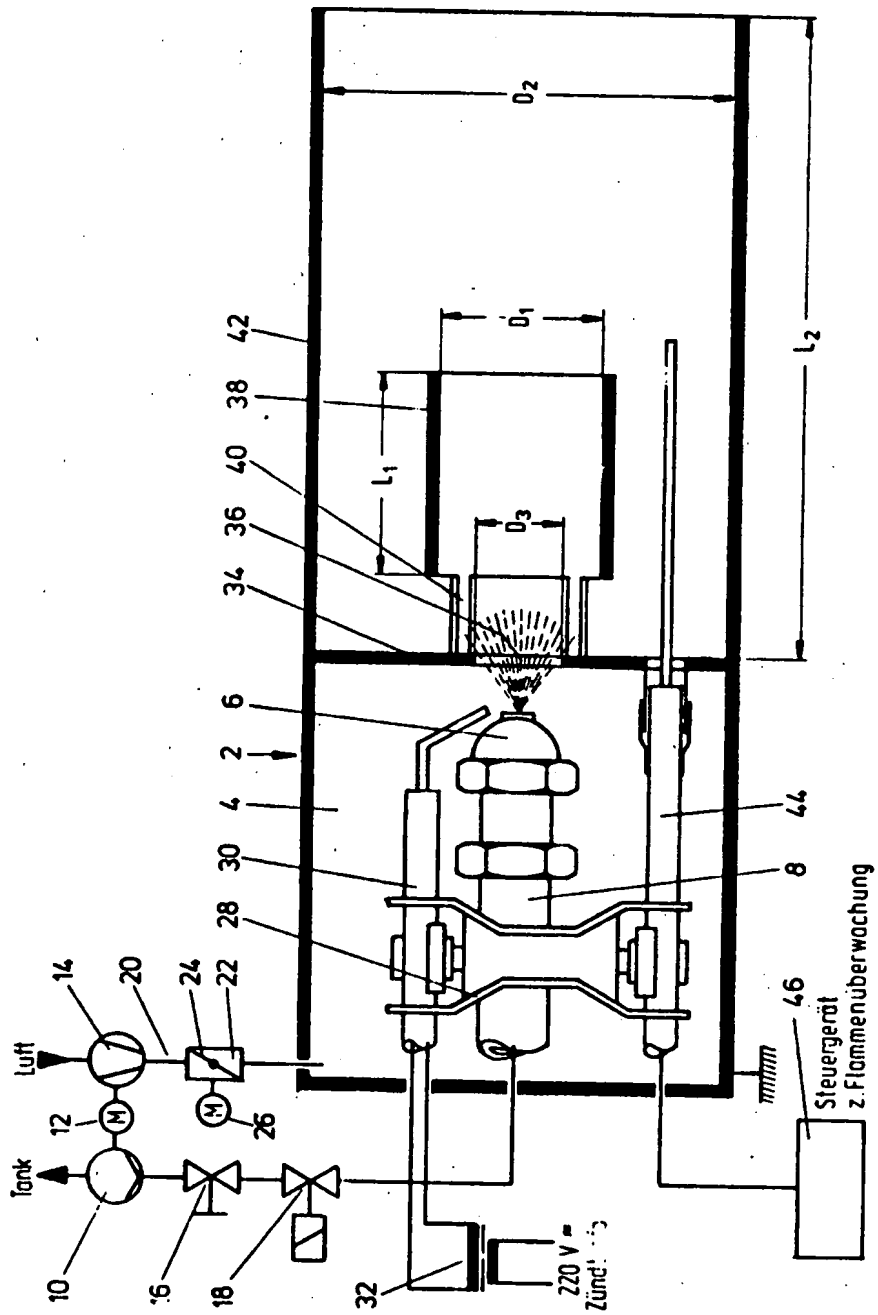


Nummer:  
 Int. Cl. 2:  
 Anmeldetag:  
 Offenlegungstag:

27 00 671  
 F 23 D 11/24  
 8. Januar 1977  
 20. Juli 1978

-15-

2700671



809829/0070

51

Int. Cl. 2:

**F 23 D 11/24**

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



**DE 27 00 671 A 1**

11

# **Offenlegungsschrift 27 00 671**

20

Aktenzeichen:

**P 27 00 671.9-13**

22

Anmeldetag:

**8. 1. 77**

43

Offenlegungstag:

**20. 7. 78**

30

Unionspriorität:

22 33 31

54

Bezeichnung:

**Blaubrennender Ölbrenner**



71

Anmelder:

**Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt  
e.V., 5000 Köln**

72

Erfinder:

**Buschulte, Winfried, Prof. Dr.-Ing., 3100 Celle**

**Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt**

**DE 27 00 671 A 1**

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Blaubrennender Ölbrenner mit Rezirkulation eines Teiles der Verbrennungsgase mit einer Ölzerstäubungsvorrichtung, einer in Strömungsrichtung hinter dem Auslaß der Ölzerstäubungsvorrichtung angeordneten Blendenöffnung, einem in Strömungsrichtung im Abstand hinter der Blendenöffnung coaxial mit dieser angeordneten Mischrohr und einem äußeren Flammrohr, dadurch gekennzeichnet, daß die Blendenöffnung (36) der einzige Luftdurchlaß ist, daß das Mischrohr (38) ein  $L : D \leq 1,5$  und das Flammrohr (42) ein  $L : D \leq 2,5 - 3$  zu 1 haben, und daß der Abstand des Mischrohres von der Blende so groß ist, daß der radiale Einlaßquerschnitt am stromaufwärts liegenden Ende wenigstens das Zweibis Dreifache der Differenz des Blendenquerschnittes und des Mischrohrquerschnittes beträgt.
2. Ölbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Flammrohr (42) über seine Länge einen konstanten Querschnitt aufweist.
3. Ölbrenner nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Flammrohr (42) und das Mischrohr (38) zylindrisch ausgebildet sind.
4. Ölbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Flammrohr (42) wenigstens vom Flammenbereich ab stromabwärts ein sich änderndes Querschnittsprofil aufweist.

- 14 -  
2

5. Verfahren zum Betreiben eines Ölbrenners nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner mit einem unterstöchiometrischen Luftanteil angefahren wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftzufuhr nach dem Öffnen des Ölventils schnell auf einen geringfügig über dem stöchiometrischen Verhältnis liegenden Luftanteil gesteigert wird.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftklappe (24) des Drosselventils (22) mit einem Antrieb (26) versehen ist und daß Zeitschaltmittel für die Betätigung des Antriebs vorgesehen sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Antrieb ein Elektro- oder Hydraulikmotor vorgesehen ist, der über ein selbsthemmendes Getriebe mit der Luftklappe (24) verbunden ist.

809829/0070

ORIGINAL INSPECTED

Patentanwalt  
Dipl.-Ing. 2700671  
Harro Grafhs

Grafhs Patentanwalt Am Bürgerpark 8 D 3300 Braunschweig Germany

Am Bürgerpark 8  
D 3300 Braunschweig, Germany  
Telefon 0531-74798  
Cable patmarks braunschweig

7. Januar 1977

D 576 - G/Lie

Deutsche Forschungs- und  
Versuchsanstalt für  
Luft- und Raumfahrt e.V.  
Linder Höhe

5000 Köln 90

Blaubrennender Ölbrenner

Die Erfindung betrifft einen blaubrennenden Ölbrenner mit Rezirkulation eines Teiles der Verbrennungsgase mit einer Ölzerstäubungsvorrichtung, einer in Strömungsrichtung hinter dem Auslaß der Ölzerstäubungsvorrichtung angeordneten Blendenöffnung, einem in Strömungsrichtung im Abstand hinter der Blendenöffnung coaxial mit dieser angeordneten Mischrohr und einem äußeren Flammrohr.

Blaubrennende Ölbrenner setzen voraus, daß das zur Verbrennung kommende Öl vollkommen vergast ist, bevor es zur Verbrennung kommt. Der Betrieb eines Ölbrenners mit

809829/0070

4

blauer Flamme hat den Vorteil, daß dieser mit einem extrem geringen Luftüberschuß arbeiten kann, so daß es zu einer nahezu stöchiometrischen Verbrennung kommt. Da die Verbrennung mit einem sehr geringen Luftüberschuß arbeitet, wird eine sehr heiße Flamme erzielt, die die im Kraftstoff enthaltene Energie optimal ausnutzt und zu einem verbesserten Wärmeübergang führt. Darüberhinaus enthalten die Abgase gegenüber den Abgasen eines optimal eingestellten Ölbrenners mit gelbbrennender Flamme sehr viel weniger Schadstoffe ( $\text{Ruß}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_3$ ).

Wegen der bekannten Vorteile eines Ölbrenners, der das Öl in vergastem Zustand mit blauer Flamme verbrennt, hat es nicht an Versuchen gefehlt, blaubrennende Ölbrenner auf den Markt zu bringen.

Bei einem bekannten Ölbrenner der eingangs erwähnten Art ist eine Blendscheibe in einer doppelwandigen Verbrennungskammer in Strömungsrichtung hinter einer Öldüse angeordnet. Das Öl wird durch die Blende in ein längliches Mischrohr eingespritzt, und es kommt mit Hilfe der gleichzeitig durch die Blendenöffnung in das Mischrohr eintretenden Luft zu einer Teilverbrennung bei Brennstoffüberschuß. Diese Verbrennungsgase werden rückgeführt und treten an dem der Blende zugewandten Ende des Misch- oder Verdampfungsrohres zusammen mit dem versprühten Brennstoff wieder ein. Die innere Wand ist dabei mit Bohrungen versehen, durch die der größere Teil der Verbrennungsluft in Form von Sekundärluftstrahlen eintritt. (Proc. World Petr. Congr., 7th, Volume 7, Sect. on Application and New Uses, Part 1, p. 119 ff.)

Es ist weiter ein mit blauer Flamme brennender Ölbrenner mit Rezirkulation bekannt, bei dem die Blende in einem Rohr liegt, das sich in Strömungsrichtung von der Blende so weit nach rückwärts erstreckt, daß die Düse und die Düsenhalterung vollständig innerhalb des Rohres liegen. Bei einem solchen Brenner soll die Flamme unmittelbar hinter der Blende brennen und ein Teil der Verbrennungsgase soll über den Ringraum zwischen dem genannten Rohr und einem äußeren Rohr rezirkuliert werden. (a.o.O.)

Es ist weiter ein Ölbrenner bekannt, bei dem das Öl unmittelbar in ein Rohr eingesprüht wird, das von einem äußeren Rezirkulationsrohr umgeben ist, das mit dem inneren Rohr über Bohrungen in Verbindung steht. (DT-AS 1 064 188).

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Ölbrenner der eingangs erwähnten Art zu schaffen, der mit weitestgehend herkömmlicher apparativer Technologie arbeitet und eine hohe Betriebssicherheit aufweist.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß die Blendenöffnung der einzige Luftdurchlaß ist, daß das Mischrohr ein  $L : D \leq 1,5$  und das Flammrohr ein  $L : D \leq 2,5 : 3$  zu 1 haben, und daß der Abstand des Mischrohres von der Blende so groß ist, daß der radiale Einlaßquerschnitt am stromaufwärts liegenden Ende wenigstens das Zwei- bis Dreifache der Differenz des Blendenquerschnittes und des Mischrohrquerschnittes beträgt.

Zweckmäßig beträgt der Durchlaßquerschnitt des Mischrohrs weniger als das 1,7fache, aber mehr als das 1,25fache des Durchlaßquerschnittes der Blende.

Das Flammrohr und das Mischrohr können über ihre Länge einen konstanten Querschnitt haben, zweckmäßig sind das Flammrohr und das Mischrohr jeweils zylindrisch ausgebildet.

Zur Geräuschkämpfung könnte es allerdings zweckmäßig sein, das Flammrohr mit sich ändernder Querschnittsform auszubilden, beispielsweise mit konischer Erweiterung oder auch mit Sternform.

Ein besonderes Problem bei blaubrennenden Ölbrennern ist die sichere Zündung des Brenners bei den in der Praxis auftretenden unterschiedlichen Ausgangsbedingungen, beispielsweise Wiederezündung eines noch heißen Brenners. Erdindungsgemäß wird die erforderliche Züandsicherheit dadurch erzielt, daß der Brenner mit einem unterstöchiometrischen Luftanteil angefahren wird.

Die Luftzufuhr wird dabei nach Öffnen des Ölventils schnell auf einen geringfügig über dem stöchiometrischen Verhältnis liegenden Luftanteil gesteigert, mit dem der Brenner dann weitergefahren wird.

Die erwähnte Arbeitsweise wird vorzugsweise dadurch erreicht, daß die Luftklappe des Gebläses mit einem Antrieb versehen ist, und daß Zeitschaltmittel für die



Betätigung des Antriebes vorgesehen sind. Beispielsweise kann als Antrieb ein Elektro- oder Hydraulikmotor vorgesehen werden, der vorzugsweise über ein selbsthemmendes Getriebe mit der Luftklappe verbunden ist.

Es ist auch möglich, einen elektrisch erregten Halbmagneten bzw. einen hydraulischen Hubzylinder jeweils mit zeitbestimmenden Dämpfungsgliedern zu verwenden.

Die Erfindung ist in der Zeichnung in einem Ausführungsbeispiel veranschaulicht und im nachstehenden im einzelnen anhand der Zeichnung beschrieben, die einen Längsschnitt durch einen Ölbrenner gemäß der Erfindung mit seinen Überwachungs- und Versorgungseinrichtungen zeigt.

Der dargestellte Brenner 2 weist eine Kammer 4 auf, in der in üblicher Weise eine Druckzerstäuberdüse 6 gehalten ist am Ende eines Ölzuführrohres 8. In das Rohr 8 wird das Öl über eine Ölpumpe 10 eingespeist, die von einem Motor 12 angetrieben wird, der gleichzeitig in üblicher Weise einen Gebläserotor 14 antreibt. Die Pumpe 10 fördert über ein handbetätigtes Drosselventil 16 und ein elektromagnetisch betätigtes Absperrorgan 18 in die die Zerstäuberdüse 6 tragende Ölleitung 8. Das Gebläse 14 fördert über einen Leitkanal 20 in das Gehäuse 4, und zwar über ein Drosselventil 22 mit einer Luftklappe 24, die über einen Motor 26 verstellbar ist. Mit einer auf dem Ölrohr 8 angeordneten Halterung 28 wird ein Zündelektrodenpaar 30 gehalten, das mit einem Zündtransformator 32 in Verbindung steht.

Im Abstand vor der Mündung der Druckzerstäuberdüse 6 ist eine Wand 34 mit einer Blendenöffnung 36 vorgesehen,

die koaxial mit der Achse der Düse liegt. Im Abstand vor der Blendenöffnung 36 ist ein Mischrohr 38 angeordnet, das über Haltestege 40 an der Wand 34 befestigt ist. Das Mischrohr 38 liegt in einem äußeren Rohr 42, das das Flammrohr bildet.

Der Durchmesser  $D_3$  der Blende 36 und die Anordnung und Abmessung des Mischrohres 38 sowie des Flammrohres 42 stehen in bestimmten kritischen Verhältnissen zueinander, wie im nachstehenden im einzelnen zu beschreiben sein wird.

Die Zerstäuberdüse sollte in Achsrichtung verstellbar sein, um den Luftdurchsatz und den Ölnebeleintritt verändern und damit zu einer optimalen Gemischbildung führen zu können.

Der Blendendurchmesser  $D_3$  ist so zu wählen, daß bei einem Lieferdruck des Gebläses 14, der dem in handelsüblichen Ölbrennern üblichen Lieferdruck entspricht, die Luft durch die Blendenöffnung 36 mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit hindurchströmt, wobei die Blendenöffnung der einzige Durchlaß für Verbrennungsluft ist.

Der lichte Querschnitt des Mischrohres 38 beträgt vorzugsweise etwa das 1,4 bis 1,45fache des Blendenquerschnittes, mindestens das 1,25fache und höchstens das 1,7fache. Die Länge  $L_1$  des Mischrohres ist kleiner als das 1,5fache des Mischrohrdurchmessers  $D_1$ , vorzugsweise ist  $L_1 \leq 1,25 D_1$ . Unter Umständen kann auch ein  $L_1 : D_1 \leq 1$  ausreichen.

Der Abstand des Mischrohres 38 von der Wand 34 ist so gewählt, daß ein radialer Durchströmungsquerschnitt gegeben ist, der wenigstens das 2 bis 3fache der Differenz des Blendenquerschnittes und des Mischrohrquerschnittes beträgt.

Der Durchmesser  $D_2$  des Flammrohres 42 beträgt etwa das Doppelte bis 2,5fache des Durchmessers  $D_1$  des Mischrohres und das Verhältnis von Länge  $L_2$  zu Durchmesser  $D_2$  des Flammrohres beträgt etwa 2,5 bis 3 zu 1.

Für die Druckzerstäuberdüse 6 ist ein Sprühkegel von etwa 60 bis 80 Grad zweckmäßig. Beim Einschalten des Ölbrenners wird in üblicher Weise zunächst der Motor 12 eingeschaltet. Gleichzeitig wird die Drosselklappe 24 zugefahren, sofern diese nicht bereits beim Abschalten des Ölbrenners geschlossen worden ist. Eine kurze Zeit später wird an die Zündelektroden 30 Spannung angelegt und dann danach das Magnetventil 18 geöffnet, so daß das von der Ölpumpe 10 geförderte Öl zur Druckzerstäuberdüse 6 gelangt. Gleichzeitig wird über das Gebläse 14 Luft in die Kammer 4 gefördert. Das austretende Gemisch wird über die Zündelektroden gezündet. Es bildet sich dabei in dem vor dem stromaufwärtigen Ende des Mischrohres 38 liegenden Teil des Flammrohres 42 eine Flamme aus. Gleichzeitig mit der Zündung wird die Drosselklappe 24 durch Regelorgane gesteuert zur Betriebsstellung aufgeföhren. Der Blendendurchmesser 36 ist so bemessen, daß die Luft innerhalb des Mischrohres 38 eine solche Geschwindigkeit hat, daß die Tröpfchen des zersprühten Öls nicht auf die innere Wandung des Mischrohres 38 auf-

treffen. Durch den Luftkernstrahl wird über den Ringraum um das Mischrohr 38 herum von der Rückseite der Flamme sauerstoffarmes Verbrennungsgas über die Öffnungen an der stromabwärts liegenden Rückseite des Mischrohres angesaugt. Diese heißen Verbrennungsgase umschließen den Kernstrahl und geben Wärme an den Kernstrahl ab. Ein weiteres Kriterium für die Bemessung der Blendenöffnung und die Luftgeschwindigkeit ist darin zu sehen, daß die Luftgeschwindigkeit in dem Mischrohr 38 größer sein soll als die Flammenfortschrittsgeschwindigkeit, damit sichergestellt ist, daß die Flamme im Abstand vor dem stromaufwärts liegenden Ende des Mischrohres 38 brennt. Aus den gegebenen Betriebsbedingungen ergibt sich gleichzeitig der geringste Abstand des der Wand 34 zugewandten Endes des Mischrohres 38 von der Wand 34. Dieser Abstand ist so zu wählen, daß die rezirkulierenden Gast möglichst verlustarm in das Mischrohr 38 einströmen und sich mit dem Ölnebel/Luftgemisch des Kernstrahls zwecks Wärmeaustausch vermischen können. In der Praxis haben sich folgende Abmessungen an Versuchsbrennern als günstig herausgestellt:

1. Bei Verwendung einer Druckzerstäuberdüse für einen Durchsatz von 0,5 - 0,65 gal/h

Blendendurchmesser $D_3$	23,5 mm
Innendurchmesser des Mischrohres $D_1$	35 mm
Innendurchmesser des Flammrohres $D_2$	76 mm

ergaben sich über den gesamten Durchsatzbereich jeweils sehr stabile Flammenfronten aus blaubrennenden Gasen.

2. Bei Verwendung einer Druckzerstäuberdüse für einen Durchsatz von 0,65 - 0,9 gal/h wurde unter Erhaltung der übrigen Abmessungen der Durchmesser  $D_3$  der Blende 36 vergrößert auf 25 mm. Auch hier ergaben sich über den Durchsatzbereich stabile Flammenfronten.

Die Flammüberwachung wird bei blaubrennenden Ölbrennern nicht mehr optisch vorgenommen. Zur Gewährleistung eines sicheren automatischen Betriebes für die blaubrennende Flamme ist eine Überwachung durch einen Ionisationsdetektor 44 möglich, der in üblicher Weise an ein Steuergerät 46 angeschlossen ist, über das bei Verlöschen der Flamme die Ölzufuhr durch Schließen des Ventils 18 unterbrochen und der Motor 12 abgeschaltet wird. Über das Steuergerät wird auch die Zündung nach Ausbildung der Flamme in üblicher Weise abgeschaltet.

In der Praxis hat es sich als wesentlich herausgestellt, das Mischrohr 38 mit einer möglichst geringen Volumensmasse auszubilden, bei gegebenen Abmessungen also mit einer möglichst geringen Wandstärke. Es wird dann erreicht, daß das Mischrohr 38 eine helle Rotglut annimmt, wodurch ein erheblicher Anteil der Wärme der rezirkulierten Verbrennungsgase als Strahlungswärme auf das Gemisch aus Luft und Öltröpfchen übertragen wird, wodurch wiederum eine vollständige Vergasung ohne Auftreffen der Öltröpfchen auf heiße Flächen sichergestellt wird. Bei einem Verhältnis  $L_1 : D_1 \leq 1,25$  für das Mischrohr wird erreicht, daß das Mischrohr über seine Länge von sauerstoffarmen Verbrennungsgasen umspült wird, so daß es zu keiner Verzunderung oder Verbrennung des Mischrohres kommt.

Die Halterung des Mischrohres 38 kann statt durch die axialen Arme 40 auch durch radiale Arme erfolgen, die dann an der Innenseite des Mischrohres 38 zu haltern sind.

Da bei stöchiometrischer Verbrennung im Flammrohr 42 praktisch kein freier Sauerstoff vorhanden ist, kann das Flammrohr 42 auch aus warmfestem Stahl bestehen, ohne daß Verschleiß durch Verzunderung zu befürchten ist. Es besteht selbstverständlich die Möglichkeit, das Flammrohr 42 auch aus einem hitzebeständigen keramischen Material herzustellen, oder aber ein Stahlrohr mit einer hitzebeständigen keramischen Auskleidung zu verwenden. Die Verbrennung in dem beschriebenen Ölbrenner ist weitgehend unabhängig von der Größe und Form des Feuerraumes des Kessels. Unter sehr ungünstigen Bedingungen kann es jedoch während der Zündphase zu Resonanzerscheinungen führen. Diese können dadurch vermieden werden, daß im Bereich der Flammenfront die Wandung des Flammrohres 42 mit einigen Bohrungen versehen wird.

Die Geräuschentwicklung kann auch durch eine Änderung des Flammrohrquerschnittes erreicht werden. Beispielsweise kann eine konische Erweiterung vorgesehen oder dem Flammrohr, vom Flammreich ausgehend, ein sternförmiger Querschnitt gegeben werden.

Ein besonderes Problem bei blaubrennenden Ölbrennern besteht darin, unter allen Betriebsbedingungen eine sichere Zündung zu gewährleisten. Erfindungsgemäß wird eine solche sichere Zündung dadurch erzielt, daß der

Brenner im Augenblick der Zündung mit einem unterstöchiometrischen Luftanteil betrieben wird. Zu diesem Zweck wird die Luftklappe 24 des Drosselventils 22 nach dem Ausschalten des Brenners über den Stellmotor 26 in eine entsprechende Ausgangsstellung gefahren, so daß bei einer erneuten Zündung nur ein entsprechend eingestellter unterstöchiometrischer Luftanteil in die Kammer 4 gefördert wird. Nach Zündung des Öles wird die Luftklappe 24 über den Stellmotor 26 in die Offenstellung gefahren, in der die für die stöchiometrische Verbrennung erforderliche Luftmenge durchgelassen wird. Der Stellmotor 26 kann gleichzeitig mit dem Öffnen des Magnetventiles 18 eingeschaltet werden, wobei dann durch ein Untersetzungsgetriebe und gegebenenfalls ergänzende elektrische Regelelemente die erforderliche endliche Zeitverzögerung erzielt wird. Diese Arbeitsweise hat den Vorteil, daß der Luftanteil kontinuierlich erhöht wird. Das Einschalten des Motors kann auch in Abhängigkeit von der Flammfeststellung über den Ionisationsindikator 44 vorgenommen werden. Als Antrieb für die Luftklappe könnte auch ein Magnet mit bekannten Verzögerungsmitteln vorgesehen werden. Eine Verzögerung könnte sowohl für einen Magneten als auch für einen Stellmotor auch durch einen Heißleiterwiderstand gewährleistet werden. Es hat sich herausgestellt, daß es im allgemeinen für eine sichere Zündung ausreicht, für etwa 3 bis 5 Sekunden mit einem unterstöchiometrischen Luftanteil anzufahren. Es wurde festgestellt, daß innerhalb dieser Zeit eine stabile Rezirkulationsströmung erzielt wird unter gleichzeitiger Aufheizung des Mischrohres auf die Betriebstemperatur. Bei dem beschriebenen Anfahren mit unter-

stöchiometrischem Luftanteil wurde keine Rußbildung festgestellt. Wahrscheinlich reicht zur vollständigen Verbrennung die jeweils im Feuerraum des Kessels vorhandene Luftmenge aus, um den erforderlichen Sauerstoffanteil zur Verfügung zu stellen. Abhängig von der jeweiligen Kesselbedingung kann es erforderlich sein, die Zeit bis zum vollständigen Öffnen der Drosselklappe auf 6 bis 10 Sekunden zu verlängern.

Bei Verwendung eines hydraulisch betätigten Stellmotors kann als Druckflüssigkeit das von der Pumpe 10 komprimierte Heizöl verwendet werden.

Die Blende kann, wie dargestellt, eine einfache ausgestanzte Öffnung in einer scheibenförmigen Wand sein. Die Öffnung kann aber auch für ein kurzes Stück in Strömungsrichtung nach vorn rohrförmig gestaltet sein mit eckigem oder gerundetem Übergang zur Wand.

Um den Brenner unter sich ändernden Bedingungen mit möglichst konstantem Luftüberschuß betreiben zu können, ist es zweckmäßig, Mittel vorzusehen, mit denen der Luft- und/oder Ölmengenstrom den jeweiligen Verhältnissen, insbesondere dem Luftdruck und/oder der Lufttemperatur, anpaßbar ist.